

PC* 21-22 COLLE N°15 (du 24-01 au 28-01-22)

Cinématique des fluides

Description d'un fluide en mouvement : champ des vitesses eulérien. Trajectoires, lignes de courant, écoulement stationnaire. Techniques expérimentales de visualisation d'écoulements.

Débit volumique, débit massique, loi de conservation de la masse (globale et locale) : bilan dans le cas unidimensionnel, généralisation tridimensionnelle admise. Cas d'un fluide incompressible, cas d'un écoulement stationnaire. Conditions aux limites d'un écoulement.

Quelques propriétés cinématiques d'écoulements :

- Ecoulements incompressibles (dérivée particulaire $d\mu/dt=0$ ou $\text{div}(\mathbf{v})=0$)
- Ecoulements irrotationnels
- Ecoulements tourbillonnaires, vecteur tourbillon
- Exemples des écoulements vortex, source-puits
- Exemple de l'écoulement irrotationnel et incompressible autour d'un cylindre

Expression du champ eulérien des accélérations en fonction du champ eulérien des vitesses.

Actions exercées par et sur les fluides

Actions de pression. Loi de la statique des fluides. Poussée d'Archimède.

Tension superficielle : faits expérimentaux, origine physique et énergie de tension superficielle.

Interprétation énergétique de la mesure d'une tension superficielle par la méthode d'arrachement.

Surpression dans une goutte ou une bulle (loi de Laplace).

Forces de contact dans un fluide en mouvement : pression et contrainte tangentielle.

Force de viscosité d'un fluide newtonien. Résultante des forces de viscosité sur un élément de volume pour un écoulement incompressible.

Trainée sur une sphère à faible vitesse : loi de Stokes.

Exemples de mesures de viscosité : viscosimètre à chute de bille, tubes capillaires (loi de Poiseuille admise).

Nombre de Reynolds. Trainée sur une sphère à grande vitesse. Expression adimensionnée de la trainée : $C_x(\text{Re})$.

Origine des différences de comportement : évolution de la structure de l'écoulement (zone laminaire, sillage turbulent, couche limite). Notion d'écoulement parfait.

Dynamique des fluides

Equation de Navier-Stokes. Interprétation du nombre de Reynolds et ordre de grandeur de l'épaisseur de la couche limite.

Dynamique du fluide parfait : équation d'Euler. Relation de Bernoulli pour un fluide incompressible.

Applications de la relation de Bernoulli :

- Effet Venturi, critère d'incompressibilité d'un écoulement stationnaire.
- Vidange d'un récipient.
- Tube de Pitot.
- Action d'un écoulement parfait sur un cylindre. Paradoxe de d'Alembert et effet Magnus.
- Généralisation à une aile d'avion.

Effets de la force d'inertie de Coriolis sur les vents et les courants marins : vent géostrophique des anticyclones et des dépressions, gyres océaniques.